

07 - QUÍMICA MINERAL EM CAMADAS DE LAMA VERMELHA

<http://gmga.com.br/07-quimica-mineral-em-camadas-de-lama-vermelha/>



[10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a7OJCF](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a7OJCF)

CHOQUE FERNANDEZ, Oscar Jesus¹; PINHEIRO, Erika Raiol²; COSTA, Josivaldo Chaves³

¹ Instituto Federal do Pará, IFPA-Campus Belém, Prof. Dr. Curso Técnico em Metalurgia/Engenharia de Materiais, oscar.fernandez@ifpa.edu.br

² Universidade Federal do Pará, UFPA, Discente Programa de Pós-Graduação em Engenharia *Mecânica* PPGEM, raiolerika22@gmail.com

³ Secretaria de Educação, SEDUC, Marabá/PA, josivaldocosta229@gmail.com

ABSTRACT

The residue of the bauxite ore, the red mud, is rich in minerals, being the most common the minerals of iron, titanium, magnesium and calcium oxides. It also presents silicon and sodium, making its economic importance unfeasible. In this study, it was evaluated the chemical-mineralogical mud variations of Hydro Alunorte-Pará, in 8 different points and in layers of 0.4 to 2.0 meters, which were analyzed by XRF and XRD. The analyses show that Fe₂O₃, Al₂O₃, SiO₂ are predominant and TiO₂, Na₂O, K₂O, MgO e CaO are in minor proportion. In their profiles, a similarity is observed in the mineralogy with quantity variation, observing gibbsite, hematite, goethite, sodalite and anatase. However, quartz, zircon and calcite are noted at distinct points and depths. With these characteristics it is possible to infer its orientation for use in a given application.

Keywords: Aluminium; inert layers, mineralogical phases.

INTRODUÇÃO

A lama vermelha (LV) é o rejeito sólido que se origina durante a produção de alumina através do processo Bayer, é o rejeito industrial mais abundante no Brasil. Em 2016 a Hydro-Alunorte produziu 6,3 milhões de toneladas de alumina (ABAL, 2018) gerando aproximadamente a mesma quantidade de lama

vermelha (1:1) (Hind et al. 1999). No contexto mineral e industrial a lama vermelha é vista como um material com um grande potencial mineralógico para a obtenção de determinados metais e uso industrial (Hind et al. 1999, Verma et al. 2017).

Hildebrando et al. (2006), Manfroi (2009), Silva Filho (2007), Li e Rutherford (1996), Braga (2010) caracterizaram estas fases na LV da região norte do Brasil, indicando que as fases predominantes na LV são provenientes da própria bauxita gibbsítica (americana), tais como: gibbsita, hematita, goethita, anatásio e quartzo, e caulinita. Na LV encontra-se material amorfo que pode estar associado a fases silicatadas do tipo zeólitas tais como a sodalita e a cancrinita formadas durante o processo Bayer. O rejeito tem como característica partículas muito finas (Fahey et al., 2002 apud Silva Filho et al. 2007).

A bauxita refinada no processo Bayer na Hydro Alunorte é oriunda de duas minerações, uma da Mineração Rio do Norte e outra da Mineração Paragominas. Nesse processo são produzidos rejeitos, depositados em bacias de rejeitos. Assim, foram realizados estudos químico-mineralógicos sobre rejeitos em profundidades com identificação de possíveis variações nas composições químicas e mineralógicas ocorridas por influência do processo de digestão e/ou pelo tempo de deposição desta lama no depósito de rejeitos sólidos (DRS) da Hydro Alunorte.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de LV foram coletadas no DRS da refinaria de alumina Hydro Alunorte. Foram amostrados 8 furos na crosta, atingindo a profundidade máxima de 200cm, a cada 40cm, totalizando 40 amostras (Figura 1) Neste trabalho foi estudado o furo 8 em seções P8A1, P8A2, P8A3, P8A4 e P8A5.



Figura 1A: Furo na profundidade de 40cm.



Figura 1B: furo na

profundidade de 200cm.

Para este estudo foram usadas a FRX e DRX: na primeira usando o espectrômetro de fluorescência de raios-X, modelo Axios Minerals, da Panalytical, com tubo de raios-X cerâmico, ânodo de Ródio e potência de 2,4 kW, do laboratório da Hydro Alunorte; na segunda usando o Difratorômetro PW 3050/60 com sistema X' PERT PRO MPD da PANalytical (UFPA) e a base de dados de minerais PDF (Powder Diffraction Data) do International Centre for Diffraction Data (ICDD).

RESULTADOS

Os rejeitos apresentam pouca variação morfológica das amostras de lama em função do tempo de deposição (local de amostragem) e profundidade, observando, entretanto o relevo das mesmas. Em geral são vermelhas alaranjadas, com granulometria fina. Em profundidades, dependendo do relevo podem ser observados por vezes partículas com fases de elevada dureza que correspondem a quartzo.

A composição química mostrada na tabela 1, mostra valores percentuais com intervalo mínimo e máximo dos elementos da composição da lama vermelha das cinco alturas ou profundidades consideradas neste trabalho. Os elementos em maior proporção são: Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 e os de menor proporção são: TiO_2 , Na_2O , K_2O , MgO e CaO . Podem ser observados na Tabela 1, valores de perda ao fogo de 8 a 12 %.

Tabela 1: Comparativo dos resultados de análises químicas de diversas lamas vermelha do mundo com os dados de LV da Hydro-Alunorte neste trabalho (Rivas Mercury 2010, modificado).

Fe_2O_3	31,22	34,05	48,48	51,50	35,04	31,08	26,06 - 50,45 Média: 34,22
Al_2O_3	20,27	25,45	26,60	15,00	20,20	20,10	16,84 - 24,41 Média: 22,24
SiO_2	14,37	17,06	5,50	1,70	13,50	6,12	12,38 - 19,27 Média:
TiO_2	4,55	4,90	2,80	6,70	4,00	22,60	3,21 - 6,93 Média: 4,94
Na_2O	9,87	2,74	--	6,97	9,40	4,70	5,48 - 12,17 Média: 9,63
K_2O	0,20	--	--	--	0,39	0,03	0,00 - 0,14 Média: 0,04
MgO	3,92	1,86	0,90	--	0,33	0,20	0,00 - 0,07 Média: 0,001
CaO	2,49	3,69	1,20	7,00	4,30	4,78	0,64 - 1,90 Média: 1,38
PF	12,61	--	14,60	9,30	8,44	--	8,01 - 11,67 Média: 9,27

Por difração de raios-X a lama vermelha nos diferentes pontos amostrados e em profundidade (Figura 2), apresentam pelo geral as seguintes fases: gibbsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$), (PDF:00-001-0263); hematita (Fe_2O_3), (PDF:01-089-0007); anatásio (TiO_2), (PDF: 01-089-4203); goethita ($\text{FeO}(\text{OH})$), (PDF:00-003-0251); e sodalita ($\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})$), (PDF: 01-089-9098) e quartzo (SiO_2), (PDF:01-083-0539). Com muita frequência a calcita (CaCO_3), (PDF:00-001-0837) e localmente, por vezes foi identificado zircão (ZrSiO_4), (PDF:01-076-0865).

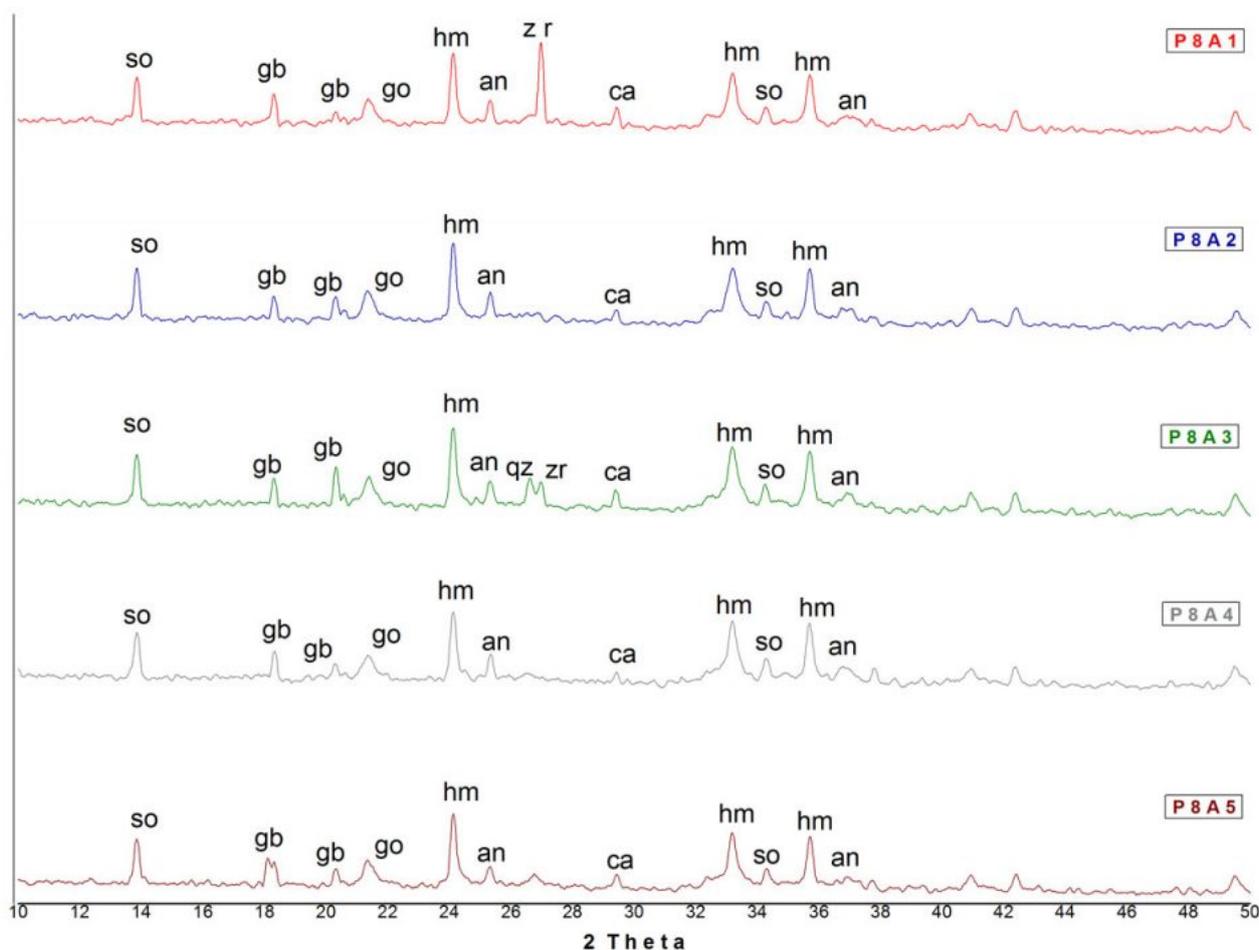


Figura 2: Difratogramas de raios-X das amostras de lama vermelha em profundidade P8. gb:gibbsita, hm:hematita, an:anatásio, so:sodalita, go:goethita, qz:quartzo, zr:zircão e ca:calcita. (Furo P8, em profundidade do topo para base: P8A1, P8A2, P8A3, P8A4 e P8A5).

DISCUSSÕES

A presença de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 e TiO_2 (tabela 1) na lama vermelha da Hydro Alunorte são atribuídas à composição química típica da bauxita de uso industrial, enquanto que, a presença do Na_2O deve-se a adição de hidróxido de sódio (NaOH) na etapa de moagem e preparo da bauxita para a digestão da mesma no processo Bayer. Os outros constituintes com menor quantidade, também são partes da composição química da bauxita. Entretanto a presença de CaO é devida a sua adição na bauxita na etapa da moagem para oxidação de material orgânico como raízes, etc. Também adicionado na etapa de filtração para preparação de tricálcio aluminato hexahidratado [$\text{Ca}_3\text{Al}_3(\text{OH})_{12}$], que irá auxiliar no processo de polimento do licor rico (Hind et al. 1999).

As variações mineralógicas da LV em profundidade, são mostradas nas proporções em que os minerais ocorrem. Entretanto o zircão e quartzo e estão mais presentes em camadas superiores. Estes minerais

podem ser agrupados em dois grupos de acordo com a sua origem: minerais residuais que são herdados da rocha-mãe e resistiram à lateritização; e minerais precipitados ou neoformados durante a lateritização (Avelar 2014).

Segundo a disposição de rejeitos de lama vermelha no DRS foram observadas variações químicas relacionadas com a profundidade. Também foram observadas variações em função do tempo de deposição.

A composição química da lama vermelha estudada neste trabalho demonstra um intervalo de valores entre máximo e mínimo apontando para uma não uniformidade da quantidade dos constituintes, quando se considera rejeitos em diferentes camadas e diferentes tempos de deposição. Comparando a lama da Hydro Alunorte com a LV de São Luis MA, ambas geradas de bauxitas brasileiras, percebe-se coerência nesta pesquisa com os valores das literaturas pesquisadas (Rivas Mercury 2010). Os elementos traços como K_2O e MgO são pouco relevantes, pois suas presenças são muito pequenas mesmo considerando o valor máximo, ficando abaixo inclusive do teor que há na lama da Espanha.

CONCLUSÕES

A lama vermelha inertizada ao longo do tempo e em profundidade está constituída pelos principais constituintes que compõem a rocha bauxítica como óxidos de ferro, óxidos de alumínio, óxidos de titânio, óxidos de silício, e pelas fases que são formadas durante o refino da bauxita pelo processo Bayer através das suas reações químicas, isto é:

- As fases minerais da lama vermelha são determinadas pelos minerais do perfil laterítico da bauxita e os minerais resistidos, procedentes das duas mineradoras que fornecem a matéria prima;
- As fases neoformadas, como aluminossilicatos e carbonatos foram formadas pela influência da temperatura da digestão e da adição de hidróxido de sódio e óxido de cálcio.

Todos os pontos amostrados em suas diferentes profundidades possuem semelhança na mineralogia com a presença da gibbsita, hematita, goethita, sodalita e anatásio. Entretanto, o quartzo, o zircão e a calcita são notados em pontos e profundidades distintas com diferentes proporções.

AGRADECIMENTOS

À Hydro Alunorte por autorizarem a retirada das amostras, o uso das imagens e recursos laboratoriais para análise de fluorescência de raios-X e a o Instituto de Geociências-LCM-UFPA pelo auxílio nas análises por difração de raios-X. O segundo autor agradece ao IFPA pela bolsa PIBIC.

REFERÊNCIAS

ABAL, 2018. Associação Brasileira de Alumínio. Disponível em:
<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/alumina/> Acesso em março 2018.

Avelar, A. N. 2011. Influência da mineralogia na etapa de separação da lama vermelha no processo Bayer. MS Dissertation, UFOP, Ouro Preto, 84 p.

Braga, R. M. Q. L. 2010. A utilização de uma camada de solo compactado como revestimento impermeabilizante de fundo de bacias de disposição de lama vermelha produzida em Barcarena-PA. Phd Thesis, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 172 p.

Hildebrando, E. A.; Souza, J.A.S; Neves, R.F. 2006. Influência do tipo de argila nas propriedades físico-mecânicas de corpos cerâmicos obtidos com lama do processo Bayer. In: CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Foz do Iguaçu.

Hind, A. R., Bhargava, S. K., Grocott, S. C. 1999. The surface chemistry of Bayer process solids: a review. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 146: 359-374.

Li, L. Y.; Rutherford, G. K. 1996. Effect of bauxite properties on the settling of red mud. *International Journal of Mineral Processing*, 48(3):169–182.

Manfroi, E. P. 2009. Avaliação da lama vermelha como material pozolânico em substituição ao cimento para produção de argamassas. MS Dissertation, UFSC, Florianópolis, 152 p.

Silva Filho, E. B.; Alves, M. C.; Da Motta, M. 2007. Lama Vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. *Revista Matéria*, 12 (2):322-338.

Verma, A.S.; Suri, N.M.; Kant, S. 2017. Applications of bauxite residue: A mini-review. *Waste Management & Research*, 35(10): 999-1012.



[10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a7OJCF](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a7OJCF)